

## Hybrid drive for motor vehicle with IC engine

**Publication number:** DE19803160

**Publication date:** 1999-05-12

**Inventor:** BOLL WOLF DIPL ING DR (DE)

**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

**Classification:**

**- international:** *B60K6/26; B60K6/38; B60K6/445; B60K17/04; B60W10/08; B60W10/26; B60W20/00; F16H3/72; B60K1/02; B60K6/00; B60K17/04; B60W10/08; B60W10/26; B60W20/00; F16H3/44; B60K1/00; (IPC1-7): B60L11/00; B60K1/00; B60K6/04; B60L11/12*

**- European:** B60K6/26; B60K6/38; B60K6/445; B60K17/04; B60W10/08; B60W10/26; B60W20/00; F16H3/72G

**Application number:** DE19981003160 19980128

**Priority number(s):** DE19981003160 19980128

[Report a data error here](#)

### Abstract of **DE19803160**

The drive has two electric machines (14,15), coupled to the engine, both of which can be driven as generator or motor. The second machine is positioned on a shaft (19) which can be locked by a rotary brake (11-13) which is controlled with respect to the drive state of the vehicle. An Independent claim is provided for a method of operating a hybrid drive.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 198 03 160 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 60 L 11/00  
B 60 L 11/12  
B 60 K 1/00  
B 60 K 6/04

21 Aktenzeichen: 198 03 160.2-32  
22 Anmeldetag: 28. 1. 98  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 12. 5. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:  
Boll, Wolf, Dipl.-Ing. Dr., 71384 Weinstadt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
EP 07 69 403 A2

54 Hybridantrieb mit Verzweigungsgetriebe

57 Die Erfindung bezieht sich auf einen Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor sowie einer ersten, auf einer Abtriebswelle des Hybridantriebs angeordneten elektrischen Maschine und einer zweiten elektrischen Maschine, die beide jeweils als Generator und als Elektromotor betreibbar und untereinander sowie mit dem Verbrennungsmotor über ein Verzweigungsgetriebe gekoppelt sind, sowie auf ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hybridantriebs.

Es wird ein Hybridantrieb vorgeschlagen, dessen zweite elektrische Maschine auf einer Welle positioniert ist, der eine vom Fahrbetriebszustand des Kraftfahrzeuges abhängig steuerbare Rotationsbremse zugeordnet ist, durch die die zugehörige Welle feststellbar ist, so daß die zweite elektrische Maschine verfahrensgemäß bei einem Unterschreiten einer vorgebbaren unteren Grenzdrehzahl mit Hilfe der zugehörigen Bremse stillgesetzt werden kann. Verwendung beispielsweise als Antriebseinheit für einen Personenkraftwagen.

DE 198 03 160 C 1

DE 198 03 160 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor sowie einer ersten, auf einer Abtriebswelle des Hybridantriebs angeordneten elektrischen Maschine und einer zweiten elektrischen Maschine, die beide jeweils als Generator und als Elektromotor betreibbar und untereinander sowie mit dem Verbrennungsmotor über ein Verzweigungsgetriebe gekoppelt sind, und auf ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hybridantriebs.

Ein gattungsgemäßer Hybridantrieb ist aus der EP 0 769 403 A2 bekannt. Er weist als Verzweigungsgetriebe z. B. ein Planetengetriebe auf, dessen Hohlradwelle eine erste elektrische Maschine trägt und über ein Übersetzungsgetriebe mit dem Antriebsstrang des Fahrzeuges verbunden ist. Ferner ist der Verbrennungsmotor über eine Dämpfereinheit mit dem Planetenträger gekoppelt, und die Sonnenradwelle trägt den Läufer einer zweiten elektrischen Maschine. Beide elektrische Maschinen können sowohl als Generator als auch als Motor betrieben werden, wobei vorgeschlagen wird, eine der elektrischen Maschinen als Startermotor für den Verbrennungsmotor oder zur Drehmomentkompensation insbesondere beim Anlassen des Verbrennungsmotors zu verwenden. Eine des weiteren auf der Hohlradwelle vorsehbare, mechanische Bremse gestattet ein Blockieren der Abtriebsseite des Planetengetriebes und dient somit als Wegfahrsperrung beim Anlassen des Verbrennungsmotors.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Hybridantrieb der eingangs genannten Art und ein Verfahren zu seinem Betrieb derart bereitzustellen, daß sich ein günstiges Wirkungsgradverhalten und eine hohe Lebensdauer des Antriebs ergibt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Hybridantrieb mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren zum Betrieb eines derartigen Hybridantriebs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst.

Beim Hybridantrieb nach Anspruch 1 ermöglicht eine Rotationsbremse eine Stilllegung der zweiten elektrischen Maschine durch eine Arretierung der dieser elektrischen Maschine zugeordneten Abtriebswelle, wobei dann die Antriebsleistung für das Kraftfahrzeug von dem Verbrennungsmotor und/oder der ersten elektrischen Maschine bereitgestellt wird. Eine Stillsetzung und Arretierung dieser elektrischen Maschine bzw. der zugehörigen Abtriebswelle kann insbesondere dann erfolgen, wenn deren Drehzahl einen gewissen Grenzwert unterschreitet, d. h. wenn die zweite elektrische Maschine einen niedrigen Teillastwirkungsgrad aufweist. Dadurch wird auf einfache Weise eine Überhitzung der elektrischen Maschine vermieden, was der Lebensdauer des gesamten Hybridantriebs zugutekommt, und der Gesamtwirkungsgrad des Hybridantriebs wird gesteigert.

In Ausgestaltung der Erfindung ist der Rotationsbremse eine Auslöseeinrichtung zugeordnet, die bei Überschreitung einer vorgebbaren Grenzdrehzahl der Welle selbsttätig einen Bremsvorgang einleitet. Die Rotationsbremse wird somit automatisch aktiviert, wenn die Welle eine kritische, obere Grenzdrehzahl erreicht. Dadurch lassen sich zu hohe unerwünschte Drehzahlen dieser Welle verhindern. Es besteht hierbei die Möglichkeit, mit Hilfe der Rotationsbremse die Welle vorübergehend oder dauerhaft stillzusetzen. In jedem Fall wird ein Überdrehen der elektrischen Maschine verhindert, wenn die Grenzdrehzahl mit einem entsprechenden Abstand zur Zerstörungsdrehzahl der elektrischen Maschine vorgegeben wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung umfaßt die Aus-

löseeinrichtung einen Signalgeber, insbesondere einen Fliehkraftsensor, der in Abhängigkeit von der Wellendrehzahl ein Betätigungselement der Rotationsbremse ansteuert oder regelt. Signalgeber und Betätigungselement sind vorzugsweise als ein Bauteil ausführbar, wobei insbesondere die Nutzung von Fliehkräften eine zuverlässige Ansteuerung oder Regelung der Rotationsbremse ermöglicht.

In Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein Rotorelement der zweiten elektrischen Maschine als ein mit Hilfe von Fliehkräften radial bewegbares Bauteil ausgeführt, das bei Überschreiten einer vorgebbaren Grenzdrehzahl in Kontakt mit einer gehäusefesten Bremsfläche gelangt. Dies realisiert eine Überdrehenschutz-Rotationsbremse, wobei das Rotorelement auf einfache Weise mit Hilfe von Fliehkräften radial nach außen in Richtung auf eine vorzugsweise zylindrische Bremsfläche bewegbar ist. Dadurch wird ein zuverlässiger automatischer Berstschutz für den Rotor der zweiten elektrischen Maschine geschaffen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die erste elektrische Maschine mit Hilfe einer Kupplung oder einer Kombination aus Kupplung und Freilauf von der Abtriebswelle abkoppelbar. Dadurch lassen sich Schleppverluste insbesondere bei höheren Fahrgeschwindigkeiten vermeiden, wenn die erste elektrische Maschine deaktiviert ist. Eine in jedem Fall für die Rückwärtsfahrt benötigte Kupplung kann hierbei mit integriert sein, wodurch sich ein einfacher und kompakter Aufbau ergibt.

Gemäß dem Betriebsverfahren nach Anspruch 6 wird die zweite elektrische Maschine des Hybridantriebs in einem unteren Drehzahlbereich, in dem der Teillastwirkungsgrad der elektrischen Maschine vergleichsweise niedrig ist, mechanisch stillgesetzt und arretiert. Damit wird zugleich eine Überhitzung bei elektrisch gebremster oder langsam drehender Maschine vermieden.

In weiterer Ausgestaltung dieses Verfahrens wird bei stillgesetzter zweiter elektrischer Maschine der Verbrennungsmotor aktiv leistungsgeregelt. Dies bedeutet, daß der Verbrennungsmotor wenigstens in begrenztem Umfang im Teillastbereich betrieben wird. Als verstellbare Parameter kommen dabei beispielsweise der Drosselklappenwinkel oder die Kraftstoffeinspritzmenge in Betracht, wodurch der Verbrennungsmotor ein zusätzliches eigenes Beschleunigungsvermögen erhält.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Verbrennungsmotor oberhalb eines vorgebbaren Teillastgrenzwertes und/oder oberhalb eines vorgebbaren Wirkungsgradgrenzwertes betrieben, wobei zur Vermeidung einer entsprechenden Grenzwertunterschreitung die zweite elektrische Maschine aktiviert wird. Dies ist z. B. dadurch realisierbar, daß eine Rechneinheit die entsprechenden Grenzwerte anhand des Gesamtwirkungsgrades des Hybridantriebs bestimmt, insbesondere unter Einbeziehung des Wirkungsgrades der elektrischen Maschinen, und selbsttätig über die Aktivierung der zweiten elektrischen Maschine entscheidet. Dabei ist sowohl ein Generator- als auch ein Motorbetrieb der elektrischen Maschinen möglich.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die zweite elektrische Maschine vor oder bei einem Überschreiten einer vorgebbaren oberen Grenzdrehzahl mit Hilfe der zugehörigen Bremse abgebremst. In Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Bremskraft ist die obere Grenzdrehzahl um einen mehr oder weniger großen Betrag kleiner als die Zerstörungsdrehzahl der elektrischen Maschine zu wählen, so daß in jedem Fall ein Erreichen der Zerstörungsdrehzahl ausgeschlossen ist.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand einer Zeichnung beschrieben.

Die einzige Figur zeigt schematisch in einem Längs-

schnitt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Hybridantriebs.

Der in der Figur dargestellte Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug weist einen Verbrennungsmotor 1 und zwei elektrische Maschinen 9, 10 und 14, 15 auf, die über ein Verzweigungsgetriebe in Form eines Planetengetriebes mit einem Planetenträger 4, Planetenträgern 5, einem Hohlrad 6 und einem Sonnenrad 7 miteinander gekoppelt und in einem gemeinsamen Gehäuse 18 untergebracht sind. Der Hybridantrieb überträgt seine Leistung mittels einer Abtriebswelle 16 über einen Kardanflansch 17 auf das nicht dargestellte Fahrwerk des Kraftfahrzeuges.

Der als Hubkolbenmaschine aus gestaltete Verbrennungsmotor 1 weist in üblicher Weise eine nicht dargestellte Kurbelwelle, einschließlich eines Schwungrades 2 auf, die drehfest mit einer Stegwelle 3 verbunden ist, auf der der Planetenträger 4 des Planetengetriebes sitzt. Auf dem Planetenträger 4 sind in üblicher Weise die Planetenräder 5 gelagert, die in einem Hohlrad 6 abrollen. Das Hohlrad 6 ist einstückig mit einer Hohlradwelle verbunden, die zugleich die Abtriebswelle 16 des Hybridantriebs bildet. Auf der Abtriebswelle 16 ist der Rotor 14 einer ersten elektrischen Maschine 14, 15 gelagert. Der Rotor 9 der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 ist auf einer als Hohlwelle ausgeführten Sonnenradwelle 19 fixiert, die wiederum das Sonnenrad 7 des Planetengetriebes trägt. Die Ständer 15 und 10 der beiden elektrischen Maschinen sind fest in dem Gehäuse 18 angeordnet und über elektrische Anschlußklemmen mit einem Bordnetz verbunden, das wenigstens einen elektrischen Energiespeicher beinhaltet. Das Planetengetriebe ist nach außen mit einem fest an dem Hohlrad 6 angeordneten und mit diesem eine Kapsel bildenden Deckel 8 abgedichtet. Somit ist eine Lebensdauerölfüllung für das Planetengetriebe vorsehbar, die in dem Planetengetriebe mitotiert und daher weniger Panscharbeit als eine nicht mitotierende Schmierung verursacht.

Erfindungsgemäß ist der Sonnenradwelle 19 eine Rotationsbremse 11, 12, 13 zugeordnet, die geeignet ist, die Sonnenradwelle bei Bedarf abzubremzen und stillzusetzen. Dazu ist gemäß der Figur auf der Sonnenradwelle 19 eine auf einem Schiebesitz 13 mit einer entsprechenden Verzahnung angeordnete Bremsscheibe 12 axial verschieblich gelagert, so daß diese, wobei sie vorzugsweise ferromagnetisch ausgeführt ist, von einem oder mehreren gehäusefest angeordneten Elektromagneten 11 gegen eine Bremsfläche 20 gezogen werden kann. Für eine axiale Verstellung zurück in die Ausgangslage ist eine zwischen Sonnenradwelle 19 und Bremsscheibe 12 angeordnete, nicht dargestellte Druckfeder vorgesehen.

In einem nicht dargestellten, modifizierten Ausführungsbeispiel wird die Bremsscheibe 12 von einem oder mehreren am Gehäuse 18 gelagerten Bremsbacken umgriffen, die mit Hilfe von starken, vorgespannten Druckfedern gegen die Bremsscheibe gepreßt werden, wobei über einen Elektromagneten ein Lüften dieser Bremse bewerkstelligt wird.

In einem weiteren, modifizierten Ausführungsbeispiel ist der Rotor 14 der ersten elektrischen Maschine 14, 15 über eine vorzugsweise nach dem Verschiebeankerprinzip arbeitende Kupplung mit der Abtriebswelle 16 gekoppelt, so daß er bei Bedarf von der Abtriebswelle 16 getrennt werden kann, wodurch sich unnötige Schleppverluste bei deaktivierter erster elektrischer Maschine 14, 15 vermeiden lassen. Alternativ dazu ist eine entsprechende Kombination aus Kupplung und Freilauf vorsehbar.

Der dargestellte Hybridantrieb läßt sich erfindungsgemäß wie folgt betreiben. Der Verbrennungsmotor 1, der vorzugsweise im Vollastbetrieb, insbesondere bei vollständig geöffneter Drosselklappe, betrieben wird, stellt einen Großteil der

von dem Hybridantrieb abzugebenden Leistung zur Verfügung. Er wird vorzugsweise mit reduzierten Leistungsschwankungen betrieben, wobei eine Feineinstellung von Drehzahl und Leistung des Hybridantriebs von einem elektronischen Motormanagement über die beiden elektrischen Maschinen 14, 15 und 9, 10 erfolgt. Da die elektrischen Maschinen sowohl als Motor wie auch als Generator betreibbar sind, ergibt sich eine hohe Flexibilität bei der Einstellung der variablen Übersetzung des Planetengetriebes.

Vorzugsweise wird der Verbrennungsmotor verbrauchsgünstig bei mäßigen Drehzahlschwankungen unter Vollast betrieben, wobei die als Generator betriebene zweite elektrische Maschine 9, 10 zur Drehzahleinstellung im Planetengetriebe (Drehzahlsabstraktion) sowie zur Rekuperation von Bremsenergie dient. Dabei stellt ferner die als Elektromotor betriebene erste elektrische Maschine 14, 15 eine Leistungs- und Beschleunigungsreserve dar. Die beiden elektrischen Maschinen wirken dahingehend zusammen, daß zurückgewonnene und vorübergehend in einer Fahrzeugbatterie gespeicherte Bremsenergie sehr schnell wieder aus der Batterie entnommen und für Beschleunigungen des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt wird. Vor allem aber dreht beim Beschleunigen der Generator hoch. Dadurch kann die Fahrzeugbatterie relativ klein ausgeführt werden und die Energiewechselsverluste in der Batterie bleiben gering.

Mit Hilfe des Planetengetriebes sind somit hohe Abtriebsleistungen des Hybridantriebs bei geringer Abtriebsdrehzahl möglich, wenn die zweite elektrische Maschine 9, 10 als Generator arbeitet. Insbesondere sind Abtriebsdrehzahlen und Fahrgeschwindigkeiten möglich, die niedriger liegen als diejenigen, die sich bei einem Betrieb des Verbrennungsmotors 1 bei Leerlaufdrehzahl und gleichzeitiger Stillsetzung der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 ergeben. Ein derartiger Betriebszustand tritt außerdem an langen Steigungen auf, wenn ein elektromagnetischer Betrieb der ersten elektrischen Maschine 14, 15 ausschließlich aus der Fahrzeugbatterie nicht möglich ist. Ferner sind bei etwas ungünstigeren Wirkungsgraden des Hybridantriebs hohe Abtriebsdrehzahlen bei gleichzeitig geringer Abtriebsleistung darstellbar, wenn die zweite elektrische Maschine 9, 10 als Elektromotor arbeitet und im Planetengetriebe eine Drehzahladdition erfolgt. In diesem Fall ist ein Betrieb der ersten elektrischen Maschine 14, 15 als Generator denkbar, falls die von der Fahrzeugbatterie für die zweite elektrische Maschine zur Verfügung gestellte Energie nicht für deren Betrieb ausreicht, jedoch ist diese Betriebsweise mit ungünstigeren Wirkungsgraden verbunden.

In einem weiten Betriebsbereich, in dem die zweite elektrische Maschine 9, 10 generatorisch mit niedriger Drehzahl arbeitet, ergibt sich der Einsatzfall für die Rotationsbremse 11, 12, 13.

Die Rotationsbremse gestattet es, die Sonnenradwelle 19 und somit die zweite elektrische Maschine 9, 10 dauerhaft stillzusetzen, d. h. nicht-rotierend festzustellen. Eine derartige Stillsetzung wird durch einen das Motormanagement betreibenden Rechner beim Unterschreiten einer bestimmten, vorgebbaren unteren Grenzdrehzahl der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 ausgelöst. Die genannte untere Grenzdrehzahl kann sich entweder ausschließlich aus dem Wirkungsgradverhalten der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 oder aus dem Wirkungsgradverhalten der zweiten elektrischen Maschine in Kombination mit dem Verbrennungsmotor und/oder der ersten elektrischen Maschine sowie der Fahrzeugbatterie ergeben.

Bei stillgesetzter zweiter elektrischer Maschine 9, 10 wird der Verbrennungsmotor 1 nicht mehr nur im Vollastbetrieb betrieben, sondern aktiv durch motorinterne Maßnahmen, insbesondere durch eine Drosselklappenverstellung,

leistungs- und drehzahlgeregelt, da das Planetengetriebe nunmehr eine feste, lange Übersetzung darstellt. Durch ein Stillsetzen der zweiten elektrischen Maschine kann nicht nur der Wirkungsgrad des Hybridantriebs verbessert werden, sondern es wird auch ein bei niedriger Drehzahl und insbesondere beim Stillstand auftretendes Überhitzen dieser elektrischen Maschine verhindert. Diese Betriebsart entspricht dem langen Gang eines herkömmlichen Schaltgetriebes, bei dem allerdings stets zusätzlich eine Beschleunigungshilfe über die Elektromaschine und die Batterie möglich ist.

Der Teillastbetrieb des Verbrennungsmotors erfolgt wiederum bis zu einem bestimmten, vorgebbaren Teillastgrenzwert, bei dem ein Zuschalten der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 im Generatorbetrieb bei gleichzeitiger Erhöhung der Verbrennungsmotorlast eine Wirkungsgradsteigerung des Hybridantriebs bewirkt. Wenn dem Rechner für das Motormanagement ein Wirkungsgradkennfeld für den Verbrennungsmotor 1 zur Verfügung steht, kann der Verbrennungsmotor oberhalb eines bestimmten Wirkungsgradgrenzwertes betrieben werden, unterhalb dessen der Gesamtwirkungsgrad des Hybridantriebs durch die Aktivierung der zweiten elektrischen Maschine verbessert werden kann. Der für das Motormanagement zuständige Rechner kann somit frei entscheiden, in welchem Betriebszustand des Hybridantriebs die zweite elektrische Maschine stillgesetzt sein soll. Ferner steuert der Rechner die erste elektrische Maschine samt zugehöriger Kupplung ebenso wie den Betrieb des Verbrennungsmotors. Dabei gehen in die Wirkungsgradkalkulation des Hybridantriebs nicht nur die momentanen Einzelwirkungsgrade der elektrischen Maschinen und des Verbrennungsmotors ein, sondern auch der Batterieladezustand, die Schaltverluste der Fahrzeugbatterie, der Getriebewirkungsgrad und gegebenenfalls weitere Parameter, die insbesondere durch Nebenggregate des Hybridantriebs vorgegeben sein können.

In einem weiteren, nicht dargestellten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hybridantriebs ist der Sonnenradwelle 19 ein flichkraftbetätigter Signalgeber zugeordnet, der mechanisch, elektrisch oder auf andere Weise mit einem Betätigungselement der Rotationsbremse 11, 12, 13 gekoppelt ist. Der Signalgeber ist Bestandteil einer Auslöseeinrichtung für die Rotationsbremse und dient zur Ansteuerung des Betätigungselementes dahingehend, daß die Bremse aktiviert wird, sobald die Sonnenradwelle 19 eine bestimmte Grenzdrehzahl überschreitet. Dabei ist es besonders vorteilhaft, die Rotationsbremse eigensicher auszugestalten, indem der Bremse mechanische, hydraulische oder pneumatische Federelemente zugeordnet sind, die bei einem Ausfall der Energieversorgung des Hybridantriebs die Bremse selbsttätig aktivieren. In diesem Fall kann der Signalgeber bei einem Überschreiten der Grenzdrehzahl der Sonnenradwelle und damit des Rotors der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 die für das Lüften der Rotationsbremse nötige Energiezufuhr vorübergehend unterbrechen und somit auf einfache Weise zuverlässig einen Bremsvorgang einleiten. In einer besonderen Ausgestaltung dieses Ausführungsbeispiels ist dem Signalgeber ein Rückstellelement, z. B. in Form einer Rückstellfeder, zugeordnet, das dafür sorgt, daß bei einer entsprechenden Reduzierung der Drehzahl der Sonnenradwelle der Signalgeber in seinen Ausgangszustand zurückkehrt und somit das Betätigungselement der Rotationsbremse dahingehend ansteuert, daß die Bremse erneut gelüftet wird. Eine derartige, sich selbst aktivierende und deaktivierende Auslöseeinrichtung für die Rotationsbremse 11, 12, 13 dient als Schutz gegen ein Drehzahlbersten der zweiten elektrischen Maschine 9, 10. Ein solcher Fall des Drehzahlberstens kann eintreten, wenn bei hoher Geschwindigkeit

des Fahrzeuges die Zündung des als Ottomotor ausgeführten Verbrennungsmotors 1 abgeschaltet wird. In diesem Fall sinkt die Drehzahl des Verbrennungsmotors rasch, während bei gleichbleibender Abtriebsdrehzahl diejenige der zweiten elektrischen Maschine 9, 10 extrem ansteigt. Ein derartiger Fall ist auch denkbar, wenn der Verbrennungsmotor infolge Kraftstoffmangel stehen bleibt.

In einem weiteren, nicht dargestellten modifizierten Ausführungsbeispiel sind Teile des Rotors 9 der zweiten elektrischen Maschine als Bremsselemente ausgelegt, die mit Hilfe von Flichkräften radial bewegbar sind und bei einer bestimmten Bremsdrehzahl gegen die Innenseite eines feststehenden Hohlzylinders zur Anlage kommen. Alternativ dazu ist der gesamte Rotor 9 elastisch und/oder plastisch verformbar gestaltet, so daß er vor einem Bersten an der Innenfläche des Stators 10 anstößt und eine weitere Erhöhung der Drehzahl verhindert. Bei einer elektrischen Maschine mit einem außenliegenden Rotor ist zu diesem Zweck im Außengehäuse eine separate Bremstrommel vorgesehen, die in einem engen radialen Abstand zum Rotor angeordnet ist.

Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung kann somit eine Wirkungsgradsteigerung des Hybridantriebs in einem weiten Betriebsbereich realisiert werden, die zudem mit einem schonenden und somit lebensdauersteigernden Einsatzverhalten der elektrischen Maschinen verknüpft ist. Es lassen sich ferner auch zusätzliche Sicherungswirkungen gegen eine Zerstörung der elektrischen Maschinen erzielen, die darin bestehen, daß zum einen zu niedrige und zum anderen zu hohe Drehzahlen der elektrischen Maschinen durch vorherige Stillsetzung derselben vermieden werden. Weiterhin wäre es denkbar dem Hohlrad 16 bzw. der Welle 6 eine Parksperre zuzuordnen, die mit diesen wegen des hohen Trägheitsmomentes der elektrischen Maschine über ein verdrehelastisches Glied und/oder über eine Überlastkupplung verbindbar wäre.

#### Patentansprüche

1. Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug mit einem Verbrennungsmotor (1) sowie einer ersten, auf einer Abtriebswelle (16) des Hybridantriebs angeordneten elektrischen Maschine (14, 15) und einer zweiten elektrischen Maschine (9, 10), die beide jeweils als Generator und als Elektromotor betreibbar und untereinander sowie mit dem Verbrennungsmotor über ein Verzweigungsgetriebe (4 bis 7) gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite elektrische Maschine (9, 10) auf einer Welle (19) positioniert ist, der eine vom Fahrbetriebszustand des Kraftfahrzeuges abhängig steuerbare Rotationsbremse (11, 12, 13) zugeordnet ist, durch die die zugehörige Welle (19) feststellbar ist.
2. Hybridantrieb nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Rotationsbremse (11, 12, 13) eine Auslöseeinrichtung zugeordnet ist, die bei Überschreitung einer vorgebbaren Grenzdrehzahl der Welle (19) selbsttätig einen Bremsvorgang einleitet.
3. Hybridantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslöseeinrichtung einen Signalgeber, insbesondere einen Fliehkraftsensor, umfaßt, der in Abhängigkeit von der Wellendrehzahl ein Betätigungselement der Rotationsbremse (11, 12, 13) ansteuert oder regelt.
4. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Rotorelement (9) der zweiten elektrischen Maschine (9, 10) als ein mit Hilfe von Flichkräften radial bewegbares Bauteil ausgeführt ist, das bei Überschreiten einer vorgebbaren Grenzdrehzahl in Kontakt mit einer gehäusefe-

sten Bremsfläche gelangt.

5. Hybridantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste elektrische Maschine (14, 15) mit Hilfe einer Kupplung oder einer Kombination aus Kupplung und Freilauf von der Abtriebswelle (16) abkoppelbar ist. 5

6. Verfahren zum Betrieb eines Hybridantriebs nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite elektrische Maschine (9, 10) bei einem Unterschreiten einer vorgebbaren unteren Grenzdrehzahl mit Hilfe der zugehörigen Rotationsbremse (11, 12, 13) stillgesetzt wird. 10

7. Verfahren nach Anspruch 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß bei stillgesetzter zweiter elektrischer Maschine (9, 10) der Verbrennungsmotor (1) aktiv leistungsgeregelt wird. 15

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (1) oberhalb eines vorgebbaren Teillastgrenzwertes und/oder oberhalb eines vorgebbaren Wirkungsgradgrenzwertes betrieben wird, wobei zur Vermeidung einer entsprechenden Grenzwertunterschreitung die zweite elektrische Maschine (9, 10) aktiviert wird. 20

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite elektrische Maschine (9, 10) vor oder bei einem Überschreiten einer vorgebbaren oberen Grenzdrehzahl mit Hilfe der zugehörigen Bremse (11, 12, 13) abgebremst wird. 25

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

